

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：13102

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04898

研究課題名(和文) 臼蓋カップゆるみ機構の力学/化学/生物学的因子の相互作用解明とその力学的制御

研究課題名(英文) Mechanical, Chemical, Biological interactions in loosening mechanism of acetabular cup and its risk management

研究代表者

大塚 雄市 (Yuichi, Otsuka)

長岡技術科学大学・技学研究院システム安全工学専攻・准教授

研究者番号：80467084

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,500,000円

研究成果の概要(和文)：臼蓋カップゆるみ機構における力学的因子と化学/生物学的因子の相互作用を解明するため、以下の項目にて研究を推進した。1. 臼蓋カップのゆるみをもたらす力学的条件の系統的評価2. 界面疲労損傷・摩耗が化学/生物学的因子へ与える影響の評価3. 力学-化学/生物学的因子の相互作用によるゆるみ促進機構の検証4. 相互作用を考慮した有限要素解析によるゆるみ寿命予測法開発 その結果、固定状態および臼蓋カップの結合状態、固定材の機械的性質変化(劣化・損傷、毒性など)を考慮し、臼蓋カップのゆるみ量を評価することができることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

力学 化学 生物学的相互作用を導入して、ゆるみを予測する有限要素解析手法を構築する。患者の体重や運動、骨密度などを变化させた解析でゆるみ寿命を予測することで、提案手法のテーラーメイド型解析手法としての個別患者のゆるみリスクを予測することが可能となる。これらは、超長寿命型人工関節の開発に向けた表面改質技術の開発や、摩耗粉の影響による細胞毒性の影響を考慮した表面処理技術の開発、固定状態を検証するためのモニタリング技術の構築など、人工関節の長寿命化技術の開発に貢献できると期待される。

研究成果の概要(英文)：This study successfully conducted 1. experimental observation on loosening behavior of acetabular cup by cyclic loading, 2 In-situ toxicity observation of osteoblast by fretting wear 3. The effects of biological, mechanical, chemical degradation of porous component of mechanical behavior and durability of porous bone, 4. Finite element analyses on estimation of loosening behavior of acetabular cups by the damages of interface and simulated bones. The result could systematically estimate the extent of loosening of acetabular cup subjected to cyclic loading, and the major contribution of mechanical property of porous components on the loosening behavior.

研究分野：機械材料・材料力学

キーワード：臼蓋カップ ゆるみ 界面破壊力学 フレッシング摩耗 アコースティックエミッション 赤外線カメラ マルチモーダル計測 ウェーブレット解析

## 1. 研究開始当初の背景

臼蓋カップのゆるみによる再置換は 20%程度も発生し、人工股関節の最大の再置換要因である。超高齢社会に対応した人工股関節の長寿命化のために、ゆるみ防止が不可欠である。臨床の知見では、ゆるみは肥満や運動頻度など力学的因子により生じる。しかし従来研究では、摩耗粉による溶液変化（化学的因子）や、生体骨の健全性を維持する骨芽細胞の機能低下（生物学的因子）の影響が、力学的因子を無視して議論されてきた。個別患者のゆるみリスクを予測するためには、繰返し負荷による界面損傷・摩耗が溶液変化および骨芽細胞の機能低下をもたらす、その結果骨密度や固定力が低下する相互作用を考慮する必要があるが、未解明である。この相互作用を解明することで、患者の多様な特性に対応したテーラーメイド型ゆるみ予測法が構築される。

これまで、臼蓋カップのゆるみ機構における力学的因子について実験的な検討を進め、臼蓋カップ表面の皮膜損傷とゆるみ挙動を計測できる、臼蓋カップシステム一体負荷装置の開発に成功した。繰返し負荷により、臼蓋カップ表面の水酸アパタイト（HA）溶射皮膜にはく離・摩耗が生じ、その結果臼蓋カップのゆるみが生じる力学的機構を初めて実証した。また、HA 溶射皮膜のフレッティング疲労によるはく離・摩耗挙動をその場観察し、皮膜はく離により摩耗が促進される、摩耗粉形成機構を明らかにした。そして、HA 溶射皮膜の界面はく離が繰返し荷重で加速され、そのはく離寿命が破壊力学的手法を用いて評価できることを明らかにした。以上の成果を踏まえ、臼蓋カップのゆるみ機構において、力学的因子と化学的/生物学的因子の相互作用を解明する実験的研究を推進する。

## 2. 研究の目的

臼蓋カップゆるみ機構における力学的因子と化学/生物学的因子の相互作用を解明し、テーラーメイド型ゆるみ寿命予測法を開発することを目指す。具体的には、以下を明らかにする。

1. 臼蓋カップシステム負荷装置を拡張し、臼蓋カップ表面の皮膜損傷（割れ・はく離、摩耗）と模擬骨の損傷を区別できる計測装置を構築する。そして、肥満などの過体重を模擬した荷重条件と、皮膜損傷・模擬骨損傷の程度および臼蓋カップのゆるみ量との対応を明らかにする。
2. フレッティング疲労その場観察装置に細胞培養装置を組合せて、疲労試験中に細胞毒性評価が可能な装置を構築する。フレッティング疲労中の HA 溶射皮膜と模擬骨の損傷・摩耗に伴い、溶液濃度や細胞増殖性がどのように変化するかを解明する。
3. HA 溶射皮膜と模擬骨の損傷により変化した、溶液濃度（化学的因子）と生物学的因子を模擬骨の損傷として再現する手法を構築する。
4. 力学—化学—生物学的相互作用を導入して、ゆるみを予測する有限要素解析手法を構築する。患者の体重や運動、骨密度などを変化させた解析でゆるみ寿命を予測することで、提案手法のテーラーメイド型解析手法としての有効性を検証する。

## 3. 研究の方法

臼蓋カップゆるみ機構における力学的因子と化学/生物学的因子の相互作用を解明するため、以下の項目にて研究を推進した。

1. 臼蓋カップのゆるみをもたらす力学的条件の系統的評価
2. 界面疲労損傷・摩耗が化学/生物学的因子へ与える影響の評価
3. 力学—化学/生物学的因子の相互作用によるゆるみ促進機構の検証
4. 相互作用を考慮した有限要素解析によるゆるみ寿命予測法開発

研究の進展に伴い、当初予定から改善しつつ推進した結果、システム—臼蓋カップ一体型疲労試験装置によるゆるみリスクの定量的評価、フレッティング疲労試験その場観察を用いた細胞毒性のその場評価システムの構築、模擬骨の劣化を考慮した力学特性の影響評価および有限要素解析に基づくゆるみ寿命予測手法の開発のいずれも達成した。成果の概要を以下に示す。

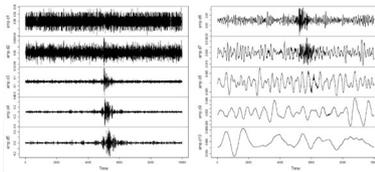
## 4. 研究成果

研究項目 1 臼蓋カップのゆるみをもたらす力学的条件の系統的評価

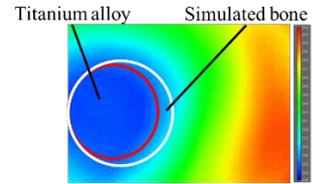
疑似体液（SBF）中での繰返し圧縮試験（図 1 (a)）を実施し、臼蓋カップの変位に寄与する界面損傷を AE 法（図 1 (b)）および IR 法（図 1 (c)）を用いて計測し、界面損傷が臼蓋カップの変位（図 2 (a)）をどのように促進させるのかを検討した。IR 法により得られる散逸エネルギーおよび AE 法により得られる AE エネルギーを独立して臼蓋カップの変位速度に対応付けることは困難であった（図 2 (b)）。その一方で、散逸エネルギーおよび AE エネルギーの交互作用分析を行うことで、変位速度と有意に対応していることを示した（図 2 (c)）。これは、界面損傷による拘束力の低下により剛性が低下したため模擬骨の損傷が促進され、臼蓋カップの変位速度が増加したと考えられる。すなわち、摩擦や過体重による界面損傷の促進および模擬骨の損傷が、臼蓋カップの緩みをもたらす機械的な機構であることを示した。



(a) 負荷形態の模式図

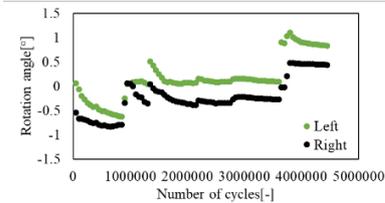


(b) 離散ウェーブレット変換 (DWT) を用いたノイズ除去

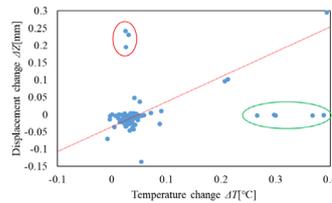


(c) IR による白蓋カップ-模擬骨界面の摩擦測定例

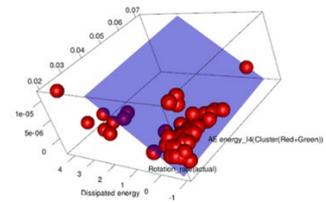
図1 赤外線カメラ (IR) およびアコースティックエミッション (AE) を用いた白蓋カップのゆるみ挙動に寄与する界面損傷の影響の実験的評価



(a) 試験中の白蓋カップ角変位の変動. 損傷発生時に変位が不連続的に増加している



(b) 散逸エネルギーと変位その相関. 摩擦による温度変化との相関はあるが, 不連続変位との相関がみられない



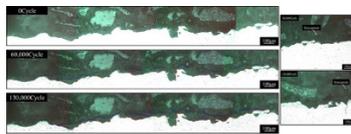
(c) AE エネルギー (x 軸), 熱散逸エネルギー (y 軸) と角変位速度 (z 軸) との多変量解析

図2 白蓋カップの変位挙動に及ぼす界面損傷の影響の相関評価

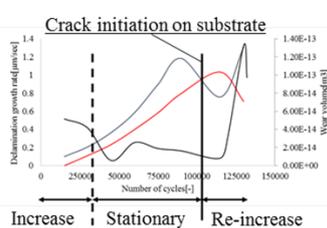
研究項目2 界面疲労損傷・摩耗が化学/生物学的因子へ与える影響の評価

疑似体液中でのフレッシング疲労試験を実施し, 水酸アパタイト溶射皮膜/模擬骨界面のはく離進展に伴う摩耗粉の排出挙動を実験的に評価した. そして, 培養液中でのフレッシング疲労試験により, 排出された摩耗粉が骨芽細胞にどのような毒性をもたらすのかを実験的に評価した. 培養液中でのフレッシング疲労試験その場観察装置を構築し, 疲労試験装置の恒温槽内で細胞培養が可能な装置を構築することに成功した (図3(a)). 培養液中でのその場観察装置により, 骨芽細胞が繰り返し負荷サイクルの増加に伴い脱落していくこと, その脱落速度は摩耗粉の排出速度と一定程度対応していることが明らかになった (図3(b)). 摩耗と腐食を考慮した破壊力学的モデルによりはく離進展速度を推定し, 摩耗則に基づき摩耗量を算出することで, 所定の力学的条件においてははく離進展に伴う摩耗粉の排出量を推定する手法を構築した. 摩耗粉の排出量と細胞の減少速度とは相関 (図3(c)) を有しており, これにより摩耗粉の排出速度と毒性の程度を予測することができる.

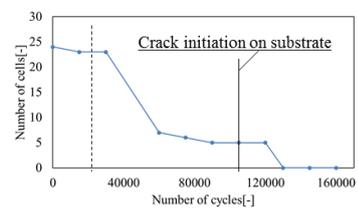
さらに, 当初予定よりも進展させ, 培養液中でのフレッシング疲労試験を実施し, 自動撮像装置により細胞の附着挙動の推移をその場観察できる装置を構築した. これにより, より細胞培養環境を保持しつつ, 細胞の脱落挙動を詳細に観察することが可能となった (図4(a)). 骨芽細胞の脱落挙動に基材との密着力の影響が明確に見られることが明らかとなった (図4(b, c)).



(a) 界面のはく離・フレッシング疲労き裂進展過程における摩耗粉の放出速度と細胞の減少過程のその場観察

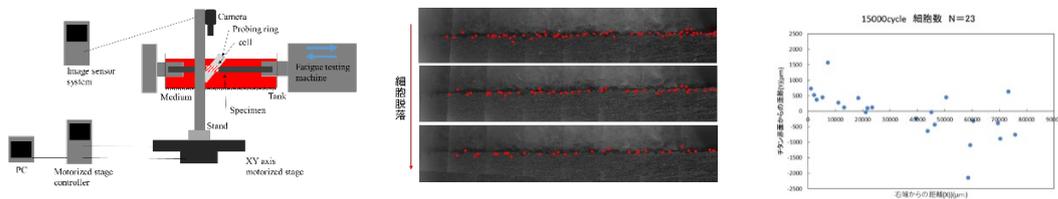


(b) 摩耗粉の放出頻度とき裂進展速度との対応・フレッシング疲労き裂形成後に摩耗粉の放出が増加



(c) 細胞の減少挙動と繰り返し負荷負荷数との対応. (b)の摩耗粉の放出領域と対応しており, また相関が有意に見られる

図3 界面疲労損傷・摩耗が細胞毒性に与える影響のその場観察

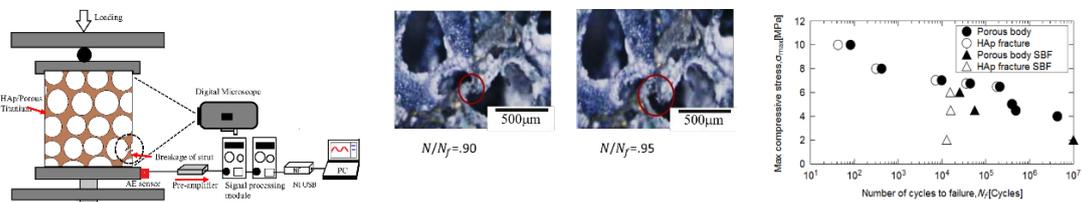


(a) 疲労き裂・細胞挙動その場自動撮像装置の構築 (b) 繰返し負荷による細胞脱落挙動. 自動撮により, 接着力が弱いと想定されるチタン基板上でより多くの脱落が詳細に観察された (c) 繰返し数と生存細胞の位置関係. HA 皮膜上の残存率が相対的に高い. すなわち, 細胞との接着強度が影響していることを実証した

図 4 疲労き裂・細胞挙動その場自動撮像装置の構築による細胞毒性機構の詳細評価

### 研究項目 3 力学-化学/生物学的因子の相互作用によるゆるみ促進機構の検証

多孔質体は人工骨にも用いられるが, その機械的特性評価手法自体が未確立である. 人工関節や人工骨では数百万回にもおよぶ繰返し負荷が想定されるにも関わらず, 人工骨に使用する場合の耐久性は未検討である. 特に, 多孔質体は圧縮負荷で試験されることが多く, その圧縮強度は, 完全に圧潰した限界値で表現され, すでに多孔質体の構造を保持したものではない. 従来の模擬骨においては, 生体骨と結合することで多孔質の内部が埋まるため, 多孔質体としての耐久性評価はそれほど必要とは考えられていなかった. しかし, 人工骨と生体骨との結合強度が低い場合, 人工骨に応力集中が生じて破壊した例も存在するため, 多孔質体表面の生体活性皮膜の耐久性を明らかにすることが求められる. そのため, 多孔質体としての微細構造を保持しつつ, 耐久性を評価できる強度を実験的に評価できる装置を構築した (図 5(a)). 光学測定により模擬骨表面での圧潰や水酸アパタイト皮膜の脱落挙動を測定し (図 5(b)), それと対応した AE 信号をクラスタリング解析により抽出し, 分類することで, アパタイト皮膜の損傷に対応する信号と, 幹の損傷による圧潰に伴う信号を抽出することに成功した. その結果, 多孔質体の圧潰挙動は, マクロには弾性変形範囲であっても, ミクロでは幹などの非弾性変形・損傷破壊が発生しており, その結果界面損傷が進展するため HA 皮膜の損傷が早期に発生することを示した.



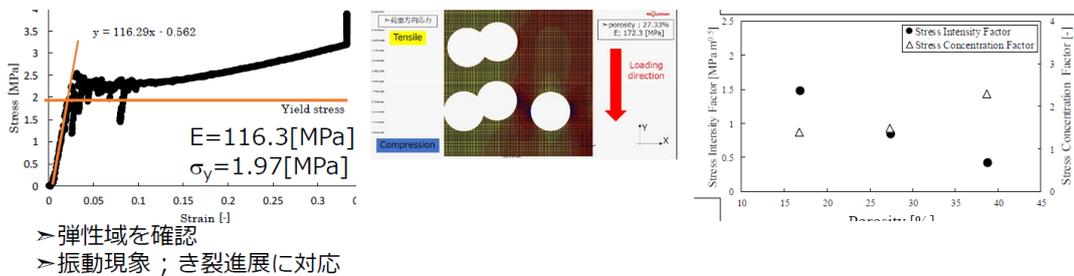
(a) 疲労き裂・細胞挙動その場自動撮像装置の構築 (b) HA 皮膜の脱落時期および多孔質部の幹の損傷発生時期を観察できる (c) AE および光学測定により, HA 皮膜の脱落が疑似体液中で早期に発生

図 5 多孔質体の圧縮疲労挙動におよぼす微細損傷の影響を評価するための光学・AE マルチモーダル計測システムの構築.

そして, 当初予定よりも進展させ, 気孔率に注目した, 圧縮強度および疲労強度の向上を目的とした多孔質構造特性の最適化手法を構築することを目指した. 基礎的な検討として, 模擬骨 (発泡ポリウレタン/アルミナ複合材料) の気孔分布と強度特性との関係を明らかにすることを目指し, ポリウレタン/アルミナ複合材料の圧縮試験及び多孔質体の有限要素解析を実施した. 発泡ポリウレタン/アルミナ複合材料の圧縮試験 (図 6(a)) 及び有限要素解析 (図 6(b)) を実施し, 気孔率と圧縮強度が反比例関係にあることを示した. また, この関係はポリウレタン多孔質体内部の気孔分布を考慮した, 気孔同士の干渉による応力集中係数により評価しうることを明らかにした (図 6(c)).

### 研究項目 4 相互作用を考慮した有限要素解析によるゆるみ寿命予測法開発

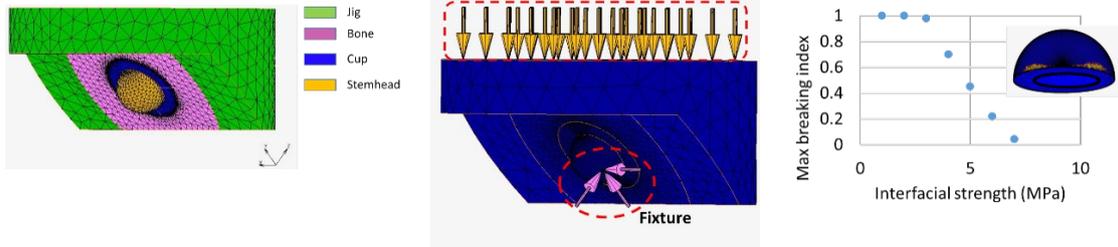
臼蓋カップの固定状態, 固定角度および生体骨の強度が複雑に相互作用した結果として生じるゆるみ挙動は, 実験的な評価のみではその機構を十分に解明することが困難である. 3次元有限要素解析モデルを構築し (図 7(a,b)), 単純な負荷により界面損傷が生じ, 臼蓋カップの相対変位を増大させる因子を系統的に検討した. まず, 単一負荷の影響を評価するため, 単一負荷の負荷角度を変化させながら解析を実施した. その結果, 弾性解析において安定的に負荷できる条件はせいぜい  $45 \pm 10^\circ$  以下と非常に狭い領域であることがわかった. また, 臼蓋カップと生体骨との界面強度については, 実験的に得られる界面強度 (7MPa) 程度であれば, ISO 7206 で



(a) 模擬骨の圧縮変形時の非線形変形挙動 (b) 圧縮負荷時の応力集中挙動の有限要素解析 (c) 応力集中係数と気孔率との関係

図6 応力集中の干渉を考慮した多孔質体の強度特性に及ぼす気孔率の影響評価

規定されている荷重によって界面損傷が生じるリスクは十分に低いことが示された(図8(b)). すなわち、固定材である生体骨の非線形変形(損傷に伴う)が生じない条件では、臼蓋カップのゆるみ挙動は単一の衝撃負荷ではなく、繰返し負荷による界面疲労き裂の進展が必要であることが示された. 次に、これまでに得られた水酸アパタイト皮膜-模擬骨界面での疲労き裂進展挙動を界面破壊力学に基づきモデル化し、開口型疲労き裂進展により臼蓋カップの角変位・沈降変位とも増大することを示した(図8). そして、これらの知見を整理して、固定角度・負荷条件により、どの程度の緩みが生じうるのかを、界面損傷を考慮した Safe Zone モデルにより評価するリスクマップを提案した(図9(a)). そして、適切な固定状態を維持していれば、界面損傷が生じてゆるみ量の増大をもたらさないことを示した(図9(b)). 従って、固定状態および臼蓋カップの結合状態、固定材である模擬骨の機械的性質変化(劣化・損傷、毒性など)を総合的に考慮し、臼蓋カップのゆるみ量を評価することができることを示した.



(a) 3次元有限要素解析モデルの構築 (b) 境界条件 (c) 単一負荷時の界面損傷の発生に寄与する界面強度

図7 臼蓋カップの界面損傷によるゆるみ挙動の有限要素評価システムの構築

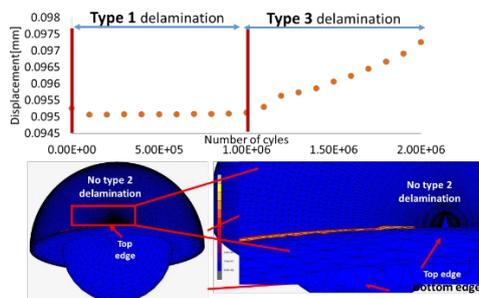
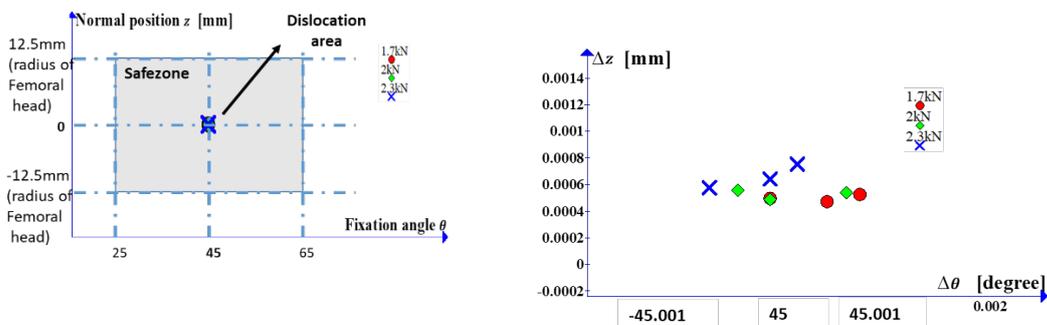


図8 界面破壊力学による疲労き裂進展挙動評価.



(a) 負荷角度により適切な応力分布が保持されれば、ゆるみは生じにくい。 (b) 繰返し負荷500万回(10年を想定)に対するゆるみ量。

図9 界面損傷を考慮したテーラーメイド型ゆるみリスク評価マップの構築

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計33件（うち査読付論文 33件 / うち国際共著 19件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Raihan Munshi Mohammad, Otsuka Yuichi, Tsuchida Koudai, Manonukul Anchalee, Ohnuma Kiyoshi, Miyashita Yukio	4. 巻 117
2. 論文標題 Damage evaluation of HAp-coated porous titanium foam in simulated body fluid based on compression fatigue behavior	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials	6. 最初と最後の頁 104383 ~ 104383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmbbm.2021.104383	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Okabe Tomoyuki, Otsuka Yuichi	4. 巻 205
2. 論文標題 Proposal of a Validation Method of Failure Mode Analyses based on the Stress-Strength Model with a Support Vector Machine	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Reliability Engineering & System Safety	6. 最初と最後の頁 107247 ~ 107247
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.res.2020.107247	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 大塚雄市	4. 巻 40
2. 論文標題 水酸アパタイト錯体・光触媒複合皮膜による抗菌性評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 溶射技術	6. 最初と最後の頁 27-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Otsuka Yuichi, Sugawara Hiraku, Miyashita Yukio	4. 巻 28
2. 論文標題 Damage evaluations in Supporting Porous Components using Infrared Thermography and Acoustic Emission and their Effects on Loosening Behaviour of Acetabular Cup	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Procedia Structural Integrity	6. 最初と最後の頁 1018 ~ 1023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.prostr.2020.11.117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Okabe Tomoyuki, Otsuka Yuichi	4. 巻 20
2. 論文標題 A Method for Determining Failure Modes Associated with Damage/Fracture of Materials in Early Design Stages	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Failure Analysis and Prevention	6. 最初と最後の頁 302 ~ 314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11668-020-00830-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yusuf Yusliza, Ghazali Mariyam Jameelah, Otsuka Yuichi, Morakul Sarita, Nakamura Susumu, Ohnuma Kiyoshi, Bin Abdollah Mohd Fadzli	4. 巻 14
2. 論文標題 Wettability Characteristics of Laser Surface Textured Plasma Sprayed TiO <sub>2</sub> /ZnO Coatings	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tribology Online	6. 最初と最後の頁 279 ~ 284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2474/trol.14.279	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yusuf Yusliza, Ghazali Mariyam Jameelah, Otsuka Yuichi, Ohnuma Kiyoshi, Morakul Sarita, Nakamura Susumu, Abdollah Mohd Fadzli	4. 巻 46
2. 論文標題 Antibacterial properties of laser surface-textured TiO <sub>2</sub> /ZnO ceramic coatings	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ceramics International	6. 最初と最後の頁 3949 ~ 3959
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ceramint.2019.10.124	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Morakul Sarita, Otsuka Yuichi, Ohnuma Kiyoshi, Tagaya Motohiro, Motozuka Satoshi, Miyashita Yukio, Mutoh Yoshiharu	4. 巻 5
2. 論文標題 Enhancement effect on antibacterial property of gray titania coating by plasma-sprayed hydroxyapatite-amino acid complexes during irradiation with visible light	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Heliyon	6. 最初と最後の頁 e02207 ~ e02207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.heliyon.2019.e02207	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 LEELANARATHIWAT Kanda, MINATO Kentaro, KATSUTA Yasuhiro, OTSUKA Yuichi, KATSURAGI Hiroaki, WATANABE Fumihiko	4. 巻 38
2. 論文標題 Cytotoxicity of hydroxyapatite-tyrosine complex with gray titania coating on titanium alloy surface to L929 mouse fibroblasts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 573 ~ 578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2018-296	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 NAGENTRAU Muniandy, MOHD TOBI Abdul Latif, JAMIAN Saifulnizan, OTSUKA Yuichi	4. 巻 6
2. 論文標題 Contact slip prediction in HAp coated artificial hip implant using finite element analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mechanical Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 18-00562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/mej.18-00562	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuya Takehiko, Morakul Sarita, Otsuka Yuichi, Ohnuma Kiyoshi, Tagaya Motohiro, Motozuka Satoshi, Miyashita Yukio, Mutoh Yoshiharu	4. 巻 448
2. 論文標題 Visible light-induced antibacterial effects of the luminescent complex of hydroxyapatite and 8-hydroxyquinoline with gray titania coating	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 529 ~ 538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2018.04.106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Morakul Sarita, Otsuka Yuichi, Nararya Andaradhi, Tagaya Motohiro, Motozuka Satoshi, Ohnuma Kiyoshi, Miyashita Yukio, Mutoh Yoshiharu	4. 巻 88
2. 論文標題 Effects of compression on orientation of ligands in fluorescent complexes between hydroxyapatite with amino acids and their optical properties	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials	6. 最初と最後の頁 406 ~ 414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmbbm.2018.09.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Otsuka Yuichi, Kagaya Kengo, Hakozaiki Yuki, Miyashita Yukio, Mutoh Yoshiharu	4. 巻 941
2. 論文標題 Effect of Interface Damage on Loosening Behavior of Acetabular Cup Subjected to Cyclic Loading	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 1841 ~ 1845
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4028/www.scientific.net/MSF.941.1841	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuichi Otsuka, Yoshihisa Hiraki, Yuki Hakozaiki, Yukio Miyashita, Yoshiharu Mutoh	4. 巻 11
2. 論文標題 Effects of Adhesives on Reliability in Interfacial Strength Evaluation Method for Plasma-Sprayed Hydroxyapatite Coating	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Automation Technology	6. 最初と最後の頁 907-914
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/ijat.2017.p0907	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Jemat A., Ghazali M.J., Razali M., Otsuka Y., Rajabi A.	4. 巻 44
2. 論文標題 Effects of TiO2 on microstructural, mechanical properties and in-vitro bioactivity of plasma sprayed yttria stabilised zirconia coatings for dental application	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ceramics International	6. 最初と最後の頁 4271 ~ 4281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ceramint.2017.12.008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Sarita Morakul, Yuichi Otsuka, Yukio Miyashita, Yoshiharu Mutoh	4. 巻 88
2. 論文標題 Effect of Mg concentration on interfacial strength and corrosion fatigue behavior of thermal-sprayed Al-Mg coating layers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Engineering Failure Analysis	6. 最初と最後の頁 13-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.engfailanal.2018.02.012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Afida Jemat , Mariyam Jameelah Ghazali , Masfueh Razali , Yuichi Otsuka	4. 巻 80
2. 論文標題 MICROSTRUCTURAL, SURFACE ROUGHNESS AND WETTABILITY OF TITANIUM ALLOY COATED BY YZP-30WT. % T102 FOR DENTAL APPLICATION	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Jurnal Teknolog	6. 最初と最後の頁 45-50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wahab J.A., Ghazali M.J., Sajuri Z., Otsuka Y., Jayaprakash M., Nakamura S., Baharin A.F.S.	4. 巻 43
2. 論文標題 Effects of micro-grooves on tribological behaviour of plasma-sprayed alumina-13%titania coatings	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ceramics International	6. 最初と最後の頁 6410 ~ 6416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ceramint.2017.02.052	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Otsuka Yuichi, Fahmi Afmad, Miyashita Yukio, Mutoh Yoshiharu	4. 巻 196
2. 論文標題 Probabilistic assessment of bending strengths of plasma-sprayed hydroxyapatite coating by stress-strength model	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 202 ~ 204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2017.03.053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計74件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 Nguyen Quang Minh , Duong Thanh Tung, Yuichi Otsuka
2. 発表標題 Investigation of loosening behavior of acetabular cup with respect to different loading condition using Finite Element Analysis
3. 学会等名 日本材料学会 第2回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mirazul Mahmud Abir , Yuichi Otsuka
2. 発表標題 Microstructure and Phase Evaluation of Black Titania Coating Fabricated by Solution Precursor Plasma Spray (SPPS)
3. 学会等名 日本材料学会 第2回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永山 大夢 , 大塚 雄市 , 大沼 清 , 宮下 幸雄
2. 発表標題 HAp 溶射皮膜/チタン合金基材のフレッティング疲労過程中的損傷による細胞毒性のその場連続観察
3. 学会等名 日本材料学会 第2回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nguyen Quang Minh , 大塚 雄市 , Duong Thanh Tung , 宮下 幸雄
2. 発表標題 周期的荷重を受ける寛骨臼カップの変位挙動に及ぼす界面破壊の影響の有限要素解析
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第58期総会・講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mirazul Mahmud Abir , Yuichi Otsuka , Kiyoshi Ohnuma
2. 発表標題 Effects of Composition on Antibacterial Properties of Suspension Plasma- Sprayed Hydroxyapatite/Titania Coating
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第58期総会・講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊場 亮太 , 大塚 雄市 , 宮下 幸雄
2. 発表標題 パーコレーション理論を用いた多孔質ポリウレタン/アルミナ粒子複合材料の機械的性質に及ぼす気孔分布の影響評価
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第58期総会・講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 左近充 拓也 , 大塚 雄市 , M M Raihan , 宮下 幸雄
2. 発表標題 白蓋カップのゆるみ挙動に及ぼす界面損傷の AE 法および IR 法の組合せ評価
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第58期総会・講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Quang Minh Nguyen, Yuichi Otsuka, Thanh Tung Duong , Yukio Miyashita
2. 発表標題 Finite Element Analyses of the effect of interfacial fracture on displacement behavior of acetabular cups subjected to cyclic load
3. 学会等名 日本バイオマテリアル学会2020年度北信越ブロック研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永山大夢 , 大塚雄市 , 宮下幸雄 , 大沼清
2. 発表標題 フレット疲労試験中の細胞挙動の自動撮像システムの設計
3. 学会等名 日本バイオマテリアル学会2020年度北信越ブロック研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mirazul Mahmud Abir , Yuichi Otsuka , Kiyoshi Ohnuma , Yukio Miyashita
2. 発表標題 Effect on Composition on Antibacterial Properties of Hydroxyapatite/ TiO2 Composite Coating Deposited by Suspension Plasma Spray
3. 学会等名 日本バイオマテリアル学会2020年度北信越ブロック研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryota TOYOBA, Yuichi OTSUKA, Yukio MIYASHITA
2. 発表標題 Topological Optimization for Compressive Strength of Porous Polyurethane/Alumina Composite
3. 学会等名 COMPSAFE2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永山大夢, 大塚雄市, 宮下幸雄, 大沼清
2. 発表標題 フレッティング疲労過程中的の水酸アパタイト溶射皮膜の損傷による細胞毒性その場評価
3. 学会等名 2020年度 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mirazul Mahmud Abir , Yuichi Otsuka , Yukio Miyashita
2. 発表標題 溶液前駆体プラズマスプレー (SPPS) のプロセスパラメーターがヒドロキシアパタイト (HAp) コーティングの微細構造とその界面強度に及ぼす影響
3. 学会等名 2020年度 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 左近充拓也, 大塚 雄市, 宮下雄市
2. 発表標題 臼蓋カップ表面のHAp溶射皮膜の繰返し負荷による損傷挙動のAE法およびIR法による評価
3. 学会等名 2020年度 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 豊場亮太, 大塚雄市, 宮下幸雄
2. 発表標題 疲労特性を考慮した多孔質ポリウレタン樹脂/アルミナ粒子複合材料の構造最適化の試み
3. 学会等名 2020年度 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nguyen Quang Minh, Otsuka Yuichi, Duong Thanh Tung
2. 発表標題 有限要素解析を用いた寛骨臼カップの緩み挙動に対する異なる負荷条件と界面強度の影響
3. 学会等名 2020年度 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mirazul Mahmud Abir, 大塚 雄市
2. 発表標題 Comparative Analysis of Antibacterial Properties Between Hydroxyapatite and Hydroxyapatite/TiO <sub>2</sub> Composite Coating Fabricated by Suspension Plasma Spray
3. 学会等名 日本材料学会 第1回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nguyen Quang Minh, 大塚 雄市
2. 発表標題 Investigation on Dislocation of Acetabular Cup subjected to different Loading Direction using Finite Element Analysis
3. 学会等名 日本材料学会 第1回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永山大夢, 大塚 雄市
2. 発表標題 水酸アパタイト溶射皮膜のフレット疲労による細胞毒性その場評価 日本材料学会 第1回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
3. 学会等名 日本材料学会 第1回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 左近充拓也, 大塚 雄市
2. 発表標題 臼蓋カップ表面のHAp溶射皮膜の繰返し負荷による損傷挙動のAE法およびIR法による分析
3. 学会等名 日本材料学会 第1回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M M RAIHAN , 大塚 雄市
2. 発表標題 Wavelet analysis of Acoustic Emission Signals for Damage Evaluation of HAp coating on Porous Titanium
3. 学会等名 日本材料学会 第1回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 豊場 亮太,大塚 雄市
2. 発表標題 多孔質ポリウレタン樹脂/アルミナ粒子複合材料の圧縮変形特性に及ぼす気孔分布の影響
3. 学会等名 日本材料学会 第1回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuichi Otsuka
2. 発表標題 Effect of accumulated damages in supporting porous components on loosening behaviour using infrared thermography and acoustic emission
3. 学会等名 1st Virtual European Conference on Fracture (VECF1) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mirazul Mahmud Abir, Yuichi Otsuka, Yukio Miyashita
2. 発表標題 Effects of Process Parameters of Solution Precursor Plasma Spray (SPPS) on Microstructure of Hydroxyapatite (H A p) Coating
3. 学会等名 日本材料学会 第69期学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Quang Minh Nguyen, Yuichi Otsuka, Thanh Tung Duong, Yukio Miyashita
2. 発表標題 Effects of different Loading Condition and Interfacial Strength on Loosening Behavior of Acetabular Cup Using Finite Element Analysis
3. 学会等名 日本材料学会 第69期学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 左近充拓也, 大塚雄市, 宮下幸雄
2. 発表標題 臼蓋カップ表面の HAp 溶射皮膜の負荷繰返し数による損傷挙動のAE法およびIR 分析による評価
3. 学会等名 日本材料学会 第 6 9 期学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永山大夢, モラクンサリタ, 鈴木彩生, 大塚雄市, 大沼清, 宮下幸雄
2. 発表標題 水酸アパタイト溶射皮膜のフレッティング疲労による細胞毒性その場評価
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越学生会 第49回 学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山川賢太郎, 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤睦治, Sarita Moraku, 左近充拓也
2. 発表標題 摩耗と溶解を再現しヤング率の低下した模擬骨を用いた臼蓋カップのゆるみ挙動評価
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越学生会 第49回 学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木彩生, 永山大夢, Moraku Sarita, 大塚雄市, 大沼清, 宮下幸雄, 武藤 睦治
2. 発表標題 水酸アパタイト溶射皮膜/模擬骨界面におけるフレッティング疲労挙動および細胞毒性その場観察
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第57期総会・講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Parashrampuria Deepak, 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤睦治
2. 発表標題 接触片の機械的性質がTi-6Al-4V 合金のフレッティング疲労挙動に与える影響
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第57期総会・講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木彩生, Morakul Sarita, 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤睦治
2. 発表標題 フレッティング摩耗による水酸アパタイト溶射皮膜/模擬骨界面での摩耗粉生成挙動と細胞毒性評価
3. 学会等名 日本機械学会第32回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Otsuka, Y.
2. 発表標題 Antibacterial evaluation of hydroxyapatite composite coating deposited by suspension plasma spray
3. 学会等名 8th International Conference on Mechanics of Biomaterials and Tissues (ICMOBT) Waikoloa Beach (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sarita Morakul, Yuichi Otsuka, Yukio Miyashita and Yoshiharu Mutoh
2. 発表標題 Evaluation of Interfacial Force between Osteoblast Cells and HAp-Amino Acid Complex Coating by Atomic Force Microscopy
3. 学会等名 The 10th TSME International Conference on Mechanical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 左近充拓也, 大塚雄市, 宮下幸雄
2. 発表標題 臼蓋カップ上のHAp 溶射皮膜の繰返し負荷による損傷挙動のAE およびIR による 評価
3. 学会等名 第8 回日本バイオマテリアル学会北信越ブロック若手研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大塚雄市, モラクンサリタ, 大沼清, 多賀谷基博, 宮下幸雄, 武藤睦治
2. 発表標題 水酸アパタイト-アミノ酸錯体の可視光照射における抗菌性増強機構
3. 学会等名 第41回日本バイオマテリアル学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Parshampurua Deepak , 大塚雄市 , 宮下幸雄 , 武藤睦治
2. 発表標題 In-situ Observation on Wear and Crack initiation Inter-action during Fretting Fatigue Process of Titanium Alloy Ti-6Al-4V
3. 学会等名 第19回破壊力学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chandra, NPS, Otsuka, Y, Yamamoto, K, Miyashita, Y, Mutoh, Y
2. 発表標題 Effect of bias voltage on fatigue behaviour of TiAlN coated Ti6242S titanium alloy
3. 学会等名 ATEM'19 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Abir, MM, Morakul, S, Otsuka, Y, Ohnuma, K, Miyashita, Y, Mutoh, Y
2. 発表標題 Effect on Composition on Antibacterial Properties of Hydroxyapatite/ TiO2 Composite Coating Deposited by Suspension Plasma Spray
3. 学会等名 ATEM'19 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nguyen Quang Minh, Otsuka Yuichi, Miyashita Yukio, Mutoh Yoshihar
2. 発表標題 有限要素解析を用いた寛骨臼カップのゆるみ挙動に及ぼす荷重条件の影響
3. 学会等名 日本機械学会 2019年度年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Otsuka Yuichi
2. 発表標題 Effects of Adhesives Types on Interfacial Strength Evaluation Method for Plasma-Sprayed Hydroxyapatite Coating (Invited)
3. 学会等名 GFMAT-2 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mirazul Mahmud Abir, Sarita Morakul, Yuichi Otsuka, Yukio Miyashita
2. 発表標題 Effects of Composition on Mechanical Properties of Suspension Plasma-Sprayed Hydroxyapatite / Titania Coating
3. 学会等名 ITSC2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木彩生, Morakul Sarita, 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤睦治
2. 発表標題 水酸アパタイト溶射皮膜/模擬骨界面からの繰返し負荷によるフレッティング摩耗粉生成挙動および細胞毒性評価
3. 学会等名 日本材料学会第68期通常総会・学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 MM Raihan, Morakul Sarita, 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤睦治
2. 発表標題 チタン多孔質体上の水酸アパタイト皮膜の細胞接着性評価
3. 学会等名 日本材料学会第68期通常総会・学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Deepak Parshrampuria, 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤睦治
2. 発表標題 In-situ observation on Fretting Wear and crack initiation Behavior in Fretting Fatigue Process of Titanium Alloy Ti-6AL-4V
3. 学会等名 日本材料学会第68期通常総会・学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichi Otsuka, Kengo Kagaya, Yuki Hakozaiki, Yukio Miyashita, Yoshiharu Mutoh
2. 発表標題 Effect of interface damage on loosening behaviour of acetabular cup subjected to cyclic Loading
3. 学会等名 Thermec ' 2018 ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mirazul Mahmud Abir, Sarita Morakul, Yuichi Otsuka, Yukio Miyashita, Yoshiharu Mutoh
2. 発表標題 Atmospheric or Suspencion Plasma-Sprayed Hydroxyapatite coating for biomedical application.
3. 学会等名 ATSC2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukio Miyashita, Akira Fujii, Yuichi Otsuka
2. 発表標題 Influencing Factors on Strength of Dissimilar Materials Laser Lap Joint Between SUS304 and Polycarbonate .
3. 学会等名 ASMP2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大塚 雄市
2. 発表標題 Damage Evaluation for Compressive Fatigue Behavior of Hap Coated Porous Titanium Foam in Simulated Body Fluid
3. 学会等名 ASMP2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Otsuka, Wittawat Rakchat, Ayaki Suzuki, Yukio Miyashita, Yoshiharu Mutoh
2. 発表標題 Effect of Adhesion on Fretting Fatigue Behavior of Plasma - Sprayed Hydroxyapatite Coating in Simulated Body Fluid.
3. 学会等名 ASMP2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大塚 雄市 , サリタ・モラクン , 多賀谷基博 , 本塚智 , 大沼清 , 宮下幸雄 , 武藤睦治
2. 発表標題 水酸アパタイト/アミノ酸蛍光錯体の蛍光特性におよぼす加圧条件の影響
3. 学会等名 日本材料科学会平成30年度学術講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原啓,大塚雄市,宮下幸雄,武藤睦治
2. 発表標題 赤外線サーモグラフィとAE法を用いた白蓋カップ固定材の繰返し負荷による損傷計測
3. 学会等名 日本材料学会 第67期通常総会・学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 彩生 , 大塚 雄市 , 宮下 幸雄 , 武藤 睦治
2. 発表標題 水酸アパタイト溶射皮膜/模擬骨界面からのフレットング摩耗粉による細胞毒性その場評価システムの基礎検討
3. 学会等名 日本バイオマテリアル学会北陸信越ブロック第7回若手研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大塚 雄市 , 箱崎裕紀 , 宮下幸雄 , 武藤睦治
2. 発表標題 水酸アパタイト溶射皮膜の界面強度評価における妥当な接着方法
3. 学会等名 日本複合材料学会第43回複合材料シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原啓 , 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤睦治
2. 発表標題 赤外線サーモグラフィ計測およびAE 計測を用いた臼蓋カップのゆるみ挙動に及ぼす損傷の影響評価
3. 学会等名 日本機械学会 第31回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原啓,大塚雄市,宮下幸雄,武藤睦治
2. 発表標題 赤外線サーモグラフィおよびアコースティックエミッション計測を用いた臼蓋カップのゆるみ挙動に及ぼす固定材損傷の評価
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第56期総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 OTSUKA Yuichi ,HIRAKU Yoshihisa, HAKOZAKI Yuki, MIYASHITA Yukio, MUTOH Yoshiharu
2. 発表標題 Effects of Adhesives on Evaluation Method of Interfacial Strength of Plasma Sprayed HAp Coating
3. 学会等名 ICM&P2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sarita Morakul , Yuichi Otsuka, Yukio MIYASHITA, Yoshiharu MUTOH
2. 発表標題 Surface Potential Measurement of Hydroxyapatite/Amino Acid Complex coating
3. 学会等名 ESB2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sarita Moraku1, Yuichi Otsuka, A. Nararya, Yukio Miyashita, Yoshiharu Mutoh
2. 発表標題 Effect of compression on microstructure and fluorescence property of hydroxyapatite / amino acids complex
3. 学会等名 ICMOBT2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菅原啓, 大塚雄市, 宮下 幸雄, 武藤 睦治
2. 発表標題 赤外線サーモグラフィを用いた白蓋カップ固定材の繰返し負荷による損傷
3. 学会等名 日本バイオマテリアル学会北陸信越ブロック第6回若手研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 箱崎裕紀, 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤 睦治.
2. 発表標題 白蓋カップの擬似体液中でのゆるみ挙動におよぼす負荷の影響
3. 学会等名 日本機械学会 第30回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木彩生, Wittawat Rakchat, 大塚雄市, 宮下幸雄, 武藤睦治
2. 発表標題 水酸アパタイト溶射皮膜のフレッティング疲労過程における損傷のAE計測
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第55期 総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 箱崎裕紀 , 大塚雄市 , 宮下幸雄 , 武藤 睦治
2. 発表標題 臼蓋カップの疑似体液中でのゆるみ挙動に及ぼす荷重方向の影響
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部 第55期 総会・講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室研究紹介HP  
<http://sdf rs.nagaokaut.ac.jp/sdf rs/>

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
マレーシア	マレーシア国民大学			
タイ	タイ国立金属材料技術研究センター			
オーストラリア	カーティン大学			